

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



ESTUDIO DE LA GERMINACION Y CRECIMIENTO EN VIVERO DE
CUATRO ESPECIES DE PINO DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA
UNIDAD DE ADMINISTRACION FORESTAL DE ATENQUIQUE JAL
BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE LUZ

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
PRESENTA
MARISA LEONOR ESPINOSA OCHOA

Guadalajara, Jal., 1986



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Mayo 4, 1984.

C. PROFESORES

ING. SALVADOR PERA IZQUIETA, Director.

ING. ERICHEL MONTES RUIZAS, Asesor.

ING. RAFAEL GARCIA FRECHADO, Asesor.

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

"ESTUDIO DE LA GERMINACION Y CRECIMIENTO EN VIVERO DE CUATRO ESPECIES DE PINO DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA UNIDAD DE ADMINISTRACION FORESTAL DE ATENQUEQUE, JAL., BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE LUZ."

presentado por el PASANTE MONTES JENARO RODRIGUEZ OCHOA han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. Entre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y distinguida consideración.

"PIENSA Y TRAJAJA"
EL SECRETARIO.

ING. JOSE ALTON SANDOVAL MADRIGAL.

hlg.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente

Número

Febrero 14, 1985.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.
PRESENTE.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

MARISA LEONOR ESPINOSA OCHOA titulada,

"ESTUDIO DE LA GERMINACION Y CRECIMIENTO EN VIVERO DE CUATRO ESPECIES DE PINO DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA UNIDAD DE ADMINISTRACION FORESTAL DE ATENQUIQUE, JAL., BAJO DIFERENTES INTENSIDADES DE LUZ."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.



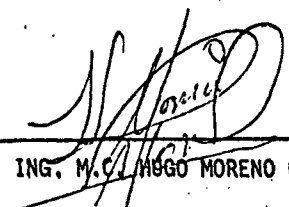
ING. SALVADOR MENA MUNGUIA.

ASESOR.

ASESOR.



ING. EZEQUIEL MONTES RUELAS.



ING. M. C. HUGO MORENO GARCIA.

hlg.

" ESTUDIO DE LA GERMINACION Y CRECIMIENTO EN VIVERO DE CUATRO
ESPECIES DE PINO DE MAYOR IMPORTANCIA EN LA UNIDAD DE
ADMINISTRACION FORESTAL DE ATENQUIQUE, JAL., BAJO DIFERENTES
INTENSIDADES DE LUZ ".

INDICE

	Pag.
RESUMEN	1
1.- INTRODUCCION	2
1.1 Objetivos	4
1.2 Hipótesis	4
2.- REVISION DE LITERATURA	
2.1 Factores que afectan el desarrollo de las plántulas.	6
2.2 Consecuencias provocadas por la intensidad de iluminación.	7
2.3 Requerimientos de iluminación de <i>P. spp.</i>	9
2.4 Respuestas hormonales causadas por la iluminación.	11
2.5 Características adaptativas en relación a la iluminación.	12
2.6 Características botánicas, descripción y localización de <i>Pinus spp.</i>	12
2.6.1 Características botánicas generales de los pinos.	12
2.6.2 Distribución del género <i>Pinus</i> en México.	13
2.6.3 Descripción botánica de <i>Pinus spp.</i>	14

	Pag.
3.- MATERIALES Y METODOS	15
3.1 Etapa de germinación.	15
3.1.1 Pruebas de germinación y preparación del terreno.	15
3.1.2 Siembra	17
3.2 Etapa de trasplante	22
3.2.1 Trasplante	22
3.2.2 Mediciones de diámetro y altura.	24
3.2.3 Medición de la intensidad de iluminación.	25
3.3 Metodología Estadística.	26
3.4 Especies estudiadas y características de adaptación y agronómicas.	26
4.- RESULTADOS	29
4.1 Efecto de la intensidad de la luz.	29
4.1.1 Altura	29
4.1.2 Diámetro	30
4.2 Efecto de las especies	32
4.2.1 Altura	32
4.2.2 Diámetro	33
4.3 Interacción (intensidad x especie)	34
4.3.1 Altura	34
4.3.2 Diámetro	35

	Pag.
4.4 <i>Análisis de regresión.</i>	36
4.4.1 <i>Altura y edad de la planta.</i>	36
4.4.2 <i>Diámetro y edad de la planta.</i>	40
5.- <i>DISCUSION</i>	43
6.- <i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	50
7.- <i>BIBLIOGRAFIA</i>	53
8.- <i>APENDICE</i>	56

R E S U M E N

En el vivero de la Unidad Técnica Forestal de Atenquique en Cd. Guzmán, Jal., se estableció un experimento con la finalidad de determinar la respuesta en cuanto al crecimiento del diámetro y altura de *P. oocarpa*, *douglasiana*, *hartwegii* y *michoacana* bajo 6 diferentes intensidades de iluminación.

Las plántulas de las especies mencionadas fueron sometidas a dichas condiciones de iluminación, desde su germinación hasta los 10 meses de edad.

Para la obtención de los resultados se utilizó un arreglo en parcelas divididas bajo una distribución completamente al azar y posteriormente se elaboró un análisis de regresión lineal, para determinar el comportamiento de las plántulas en relación a su edad y tratamiento bajo el cual se desarrollaron.

Los resultados se presentan en su mayoría en forma gráfica para una captación más fácil y rápida, en el correspondiente capítulo.

Junto a los resultados se presenta una discusión de lo que probablemente sean las causas que provocan las respuestas obtenidas y finalmente se aportan algunas recomendaciones para obtener plántulas bien desarrolladas de las especies en estudio, en vivero.

I N T R O D U C C I O N

La mayor parte de los árboles que se explotan en México pertenecen a las coníferas, y de éstas, los pinos se consideran como plantas heliófilas; esto varía sin embargo según la especie.

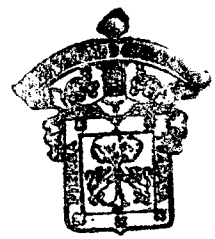
Para el silvicultor, resulta importante las tasas relativas a las que los árboles individuales o las especies incrementan su altura. Esta importancia es mayor durante el estado de plántula, pues es este estado el decisivo en lo que se refiere al establecimiento de la planta; si la planta durante este estado o etapa de su desarrollo se encuentra bajo condiciones ambientales óptimas, esto redundará en mejores resultados en cuanto a su crecimiento posterior.

Por lo anterior, se considera de suma importancia el conocimiento de las condiciones óptimas para un buen desarrollo en las especies destinadas a producción, tomando en cuenta así mismo, la localidad de ésta.

Sin embargo, no es posible considerar un solo aspecto ambiental para tomar decisiones silvícolas sólidas, sino que es necesario englobar la totalidad en lo posible, de condiciones que directa o indirectamente afecten el desarrollo de una especie en particular.

El objetivo del presente trabajo es contribuir al conocimiento de los requerimientos de iluminación de cuatro especies de pinos locales que a su vez a los demás factores anteriormente mencionados, permitan tomar la decisión correcta.

Se consideró el factor iluminación para el presente, debido a que en la literatura, este factor es considerado como uno de los más importantes, sino es que el más importante, en relación al desarrollo en diámetro y altura de las especies forestales.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

1.1 OBJETIVOS

- 1.- Determinar cual es el punto óptimo de iluminación para lograr el mejor desarrollo en diámetro de cuatro especies de pino.
- 2.- Determinar cual es el punto óptimo de iluminación para lograr el mejor desarrollo en altura de cuatro especies de pino.
- 3.- Conocer el comportamiento de dichas especies en relación a su desarrollo en diámetro y altura bajo diferentes intensidades de iluminación en las primeras etapas de establecimiento de las plántulas.
- 4.- Hacer sugerencias acerca de las condiciones óptimas de iluminación para la producción de plántulas de vivero de buen desarrollo.

1.2 HIPOTESIS

1.- H_0

- a) Las diferencias en cuanto a crecimiento en diámetro de *Pinus* spp. bajo diferentes intensidades de iluminación se deben a causas aleatorias.
- b) Las diferencias en cuanto al crecimiento en altura de *Pinus* spp. bajo diferentes intensidades de iluminación se deben a causas aleatorias.

2.- H_a

- a) Las diferencias en cuanto a crecimiento en diámetro de *Pinus* spp. bajo diferentes intensidades de iluminación se deben a la acción de los vientos.

b) Las diferencias en cuanto a crecimiento en altura de Pinus spp. bajo diferentes intensidades de iluminación se deben a la acción de los tratamientos.



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1 Factores que afectan el desarrollo de las plantas.

Patiño Valera (1974) reporta en sus investigaciones, que el desarrollo de las plantas está influenciado por la interacción de los múltiples factores ambientales controlando no sólo su crecimiento y productividad, sino también su distribución. Considera importante para la fisiología vegetal, la de terminación de los factores climáticos que influyen sobre la función interna de las plantas, así como a las respuestas que éstas presentan a dichos factores; describe a la luz y a la temperatura como los más importantes de éstos.

"No sólo la exigüidad de algo podrá constituir un factor limitativo como propuso Liebig, sino también el exceso de algo como el sol, luz y agua. Los organismos tienen máximo y un mínimo ecológicos de tolerancia. La idea del efecto limitativo del máximo tanto como del mínimo, fue incorporada a la "ley" de tolerancia por V.E. Shelford en 1913". (Odum, 1971).

"La fotosíntesis, siendo una reacción que toma lugar sólo en presencia de luz, está afectada obviamente por la calidad y cantidad de ésta; además, la estructura, crecimiento e incluso la supervivencia del árbol, son afectados en otras formas por el factor iluminación. Como el grado de crecimiento de los árboles está estrechamente relacionado con su nivel de fotosíntesis. . . ., se han realizado muchos estudios del efecto que tiene la variación de la intensidad de la luz en el grado de fotosíntesis.

Sin tener en cuenta si el crecimiento en altura se incrementó, se mantuvo o disminuyó por las condiciones sombreadas, existen pocas dudas de que el desarrollo de las raíces de las plantas de semillero se deterioran repentinamente". (Spurr, 1982).

2.2 Consecuencias provocadas por la intensidad de iluminación.

Clair Kucera (1973), escribe en el "Reto de la Ecología", como la intensidad de la luz va disminuyendo y cambiando su calidad relativa (longitud de onda) hasta resultar inadecuada para el crecimiento al ser filtrada por el paso de un nivel de hojas a los inferiores. Dice además que algunas plantas pueden continuar creciendo con intensidades que son del todo inadecuadas para el crecimiento de otras.

Bennet P.D. y Humphries (1974), indican que el factor ambiental más importante en el bosque es la luz, dominando el carácter general de la comunidad, los árboles que dan sombra (especies dominantes). Denominan a las plantas umbrofilas que suelen tener un período de compensación más breve que los árboles dominantes o heliófilas que se desarrollan mejor con elevadas intensidades de luz.

P. Pesson (1974), manifiesta como consecuencias selvícolas, que la germinación resulta influenciada por el tipo e intensidad de radiaciones naturales que dominan en las proximidades del suelo donde el desarrollo de algunas semillas resulta favorecido, el de otras es indiferente y el de otras tantas resulta frenado debido a la luz.

Agrega sin embargo, que aún con un débil porcentaje de radiación, las semillas logran germinar debido a sus reservas; con respecto al crecimiento de los brizales, afirma que las diferencias se acusan según el tipo de cubierta forestal y según las especies de sombra o de luz.

"En las etapas tempranas de la germinación, las plántulas utilizan las provisiones de reserva de la semilla. El crecimiento posterior depende de la producción de carbohidratos y de otros materiales que resultan de la fotosíntesis. Para lograr plantas robustas y vigorosas se requiere luz de una intensidad relativamente elevada. La luz de baja intensidad produce ahilamiento y fotosíntesis reducida. Por otra parte, una luz de intensidad elevada en extremo, puede producir temperaturas elevadas, que a su vez pueden ocasionar a las plántulas daño por calor. En consecuencia, es necesario evitar las intensidades de luz tanto elevadas como muy bajas. Muchas plantas durante el crecimiento inicial requieren de un sombreado parcial cuando se les cultiva a campo abierto". (Hartmann, H. 1982).

Richter, G. (1982) reporta que la fotosíntesis como proceso típico que requiere de luz, tiene una fuerte dependencia de la intensidad como también de la calidad de la radiación reinante.

Daniel, T. (1983), dice que la luz afecta de modo directo el crecimiento del árbol a través de su intensidad, calidad y duración. De estas características, la intensidad es tal vez la más importante para el silvicultor, puesto que es la más fácil de medir. Agrega que el desarrollo de las plántulas desde su germinación hasta el momento en que quedan establecidas, es el período más precario y crítico del proceso de regeneración de un bosque y que la

mayor proporción de mortalidad ocurre durante este lapso y en consecuencia, si se quiere aumentar el éxito de la regeneración, deben complementarse características básicas del crecimiento de las plántulas. Argumenta que después que el hipocotilo de las plántulas se endurece, éstas se encuentran a salvo de una forma relativa de las formas de daño como Damping-off o daño directo por calor, pero que sin embargo la pueden dañar o matar varios factores de los cuales los más importantes son: la sequía, carencia de luz suficiente (describe a ésta, como la causa más común incluso en especies tolerantes), heladas y otras.

2.3 Requerimientos de iluminación de *Pinus* spp..

"Los pinos se consideran dentro del grupo de plantas heliófilas, ya que se ha observado que en general requieren de un alto porcentaje de luz solar directa para alcanzar su óptimo crecimiento aunque estos requerimientos varían según la especie de que se trate". (Patiño, 1974).

Vela, L. y R. Hernández (1968), señalan que según experiencias realizadas por algunos autores, se demuestra que entre las especies de *Pinus* existen diferencias marcadas en sus requerimientos de luz para que sus funciones vitales alcancen su máxima expresión.

Dice además que las exigencias de luz aumentan con la edad de los pinos.

"Mediciones efectuadas en Illinois, pusieron de manifiesto que la porción de suelo expuesta en el bosque a la luz solar directa era de 84% en el caso de

Los chopos, 7% en los pinos y 35% en los robles. Debajo de un gran grupo de pinos, la luz es reducida por igual a lo largo de todo el año, ya que su foliaje es perenne. La iluminación sobre el suelo de un bosque de pinos alcanza un máximo a comienzos del verano y un mínimo en invierno, correspondiente a la variación estacional de la intensidad de la luz incidente.

Las plantas que germinan con iluminación insuficiente, no presentan su color verde normal. Los abedules, chopos, sauces y varias especies de pino así como muchos arbustos y hierbas, son intolerantes a la sombra. El *Pinus ponderosa* por ejemplo, necesita una intensidad luminosa igual por lo menos al 25% de luz solar". (Clarke, G. 1976).

"En un experimento sobre la influencia de la luz en el crecimiento de las plántulas de vivero de *P. Patula* (Vela y Hdez., 1968), se encontró el aumento más grande de altura con 1/3 de sombra mientras que el valor más bajo se encontró para sombra completa.... Lo que ellos tenían por esperarse; además de que el vigor de las plántulas era tan malo, que la mayoría de ellas no pudieron sobrevivir después del experimento. Los resultados anteriores, aunque no se pueden tomar como definitivos, sugieren la conveniencia de proporcionar un poco de sombra a las plantas de vivero". (Vela, L. 1980).

"Comúnmente se considera a los pinos dentro del grupo de plantas heliófilas, porque requieren de un alto porcentaje de luz solar directa para alcanzar un mayor crecimiento. Datos proporcionados por Maximov (1952), muestra que en terminos generales, los pinos son muy exigentes en luz y que sus requerimientos en este sentido son mayores a los de otras plantas arbóreas, entre ellas, encinos y abetos.

*Las experiencias realizadas por algunos autores demuestran además, que entre las especies de *Pinus* existen diferencias marcadas en sus requerimientos de luz para que las funciones vitales de las mismas alcancen su máxima expresión."* (Vela, L. y Hernández, R. 1968).

2.4 Respuestas hormonales causadas por la iluminación.

"Habiendo demostrado Darwin que los brotes muy jóvenes de hierbas se doblan siempre en dirección a una fuente unilateral de luz, se produjo un progreso por etapas de los experimentos, que condujo finalmente a la demostración de que había una hormona, la auxina, que afectaba los tropismos de las plantas. Las auxinas tienen la capacidad de incrementar el índice de prolongación de las células de los coleótilos y tallos". (Weaver, R. 1982).

"Desde la época de Teofrasto (300 b. C.), se sabe que las plantas que crecen a la sombra son altas pero delgadas, se ramifican poco; las hojas son menos verdes, se envejecen y caen rápidamente, el aparato radicular se desarrolla poco, la floración y fructificación son escasas; y las plantas que crecen a la luz tienen las características opuestas. Cuando se descubrió la fotosíntesis, se quiso atribuir todo esto a una mayor fotosíntesis de las plantas que crecen a la luz, pero se vio pronto que no hay relación y se descubrió que se trata de una cuestión hormonal". (Papadakis, 1980).

2.5 Características adaptativas en relación a la iluminación.

"La necesidad de intensidades luminosas más elevadas para alcanzar una fotosíntesis máxima en un árbol completo es debida a la iluminación parcial de las hojas interiores. Un fenómeno interesante ha sido descrito por Barmann (1956) referente a la adaptación a la sombra de las plántulas de *Pinus taeda*. Parece ser que las jóvenes plantas de esta especie pueden adaptarse a la sombra cuando crecen bajo un dosel de árboles de más edad, mientras que las plántulas más crecidas y los árboles jóvenes no son capaces de sobrevivir". (Devlin, R. 1976).

2.6 Características botánicas, descripción y localización de *Pinus* spp.

2.6.1 Características botánicas generales de los pinos.

Son árboles mas o menos resinosos, con hojas aciculares en número de 1 a 8, protegidas en la base por una vaina caediza o persistente y con los frutos en forma de cono leñoso, formado por escamas que abrigan las semillas.

La semilla lleva en la mayoría de las especies mexicanas un ala mas o menos desarrollada. Su tamaño varía de 4 a 15 m.m. o más.

Las hojas cotiledonares varían de 4 a 15, no siendo fija la cifra para cada especie.

El ala es un órgano de transporte de la semilla y está constituida por una lámina papirácea o apergamínada que resulta de la prolongación del espolo.

Hojas definitivas: aciculares, largas, mas o menos delgadas, en grupos (fascículos) sostenidos por una vaina. El número de hojas en los fascículos varía según especies y condiciones del medio, siendo 3 y 5 las cifras más comunes; en pocos casos se observan 4, 6, 7 y aún 8. Las hay también solitarias y por pares. Su longitud varía desde 2.5 c.m. hasta 40 o más; los bordes son generalmente aserrados con los dientecillos muy pequeños y casi siempre uniformes.

La vaina es un estuche que sostiene los fascículos y está formada por es canas. En algunos pinos, las vainas son persistentes, y en otros, caedizas.

El fruto puede ser ovoide, oblongo, subcilíndrico, acuminado o romo; simétrico o asimétrico. Su tamaño: de 2.5 cms. hasta 40 o más. (Martínez, M. - 1948).

2.6.2 Distribución del género *Pinus* en México.

Los pinos en México están distribuidos principalmente a lo largo de la Sierra M. Occ., S. M. Oriental, Eje Neovolcánico, S.M. del Sur, Macizo de Oaxaca, S.M. de Chiapas y las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir en B.C.N.

El rango altitudinal para este género es muy amplio, variando desde 120 Mts. S.N.M. en Quintana Roo, hasta 4000 en los volcanes más altos del Eje Neovolcánico. Los pinares de México, como en otras partes, tienen un habitat serrano, poblando montañas y pendientes en barrancos de las sierras mencionadas. (Equiluz, T. 1982).

2.6.3 Descripción botánica de *Pinus* spp.

FAMILIA	<i>Pináceas</i>
SUB-FAMILIA	<i>Abietíneas</i>
GENERO	<i>Pinus</i>
a) SECCION	<i>Montezuma</i>
GRUPO	<i>Michoacana</i>
1.- ESPECIE	<i>michoacana</i>
VARIEDAD	<i>connata Martínez</i>
2.- ESPECIE	<i>hartwegii Lindl</i>
b) SECCION	<i>Pseudostrobus</i>
3.- ESPECIE	<i>douglasiana Martínez</i>
c) SECCION	<i>Serotinos</i>
4.- ESPECIE	<i>oocarpa Schiede.</i>



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1 Etapa de germinación.

3.1.1 Pruebas de germinación y preparación del terreno.

Para llevar a cabo el experimento se efectuaron primeramente pruebas de germinación para obtener: porcentaje de germinación y número de semillas por hg. para posteriormente determinar la cantidad de semilla necesaria para obtener 2400 plantas para la totalidad del experimento.

Este total resulta del tamaño de muestra elegido que fue de 100 plantas por tratamiento y por especie. Con 6 tratamientos para cada especie, se requieren 400 plantas por tratamiento o 600 por especie que suman el total de 2400.

Este tamaño de muestra se tomó en base a estudios preliminares en los que éste varía de 25 a 100 plantas para obtener resultados confiables. En el presente experimento se eligió una muestra de 100, para prever posibles disminuciones en el transcurso del experimento.

Para las pruebas de germinación se utilizaron cajas petri. Las semillas colocadas en éstas sobre algodón se humedecían diariamente con un gotero. La prueba comenzó el 29 de marzo de 1984 y para el 4 de abril, se observó el inicio de la germinación en *P. douglasiana* y *oocarpa*; el día 9, del mismo, en *P. michoacana* y *hartwegii*. En el cuadro No. 1 se muestra el número de semillas germinadas desde el inicio y el total de germinación al final de la prueba, así mismo el porcentaje de germinación calculado de cada especie.

Se utilizó semilla certificada de la que se conoce su procedencia además de otros datos y que se muestran en el cuadro 2.

De los datos anteriores se calculó la cantidad de semilla necesaria para el experimento utilizando, % de germinación y número de semillas por hg, de lo que se obtuvo para:

<i>P. michoacana</i>	199 gr en total	33.1 gr por tratamiento
<i>P. douglasiana</i>	61 gr en total	10.2 gr por tratamiento
<i>P. oocarpa</i>	134 gr en total	22.5 gr por tratamiento
<i>P. hartwegii</i>	101 gr en total	17.0 gr por tratamiento

El experimento se llevo a cabo en el vivero de la Unidad Técnica Forestal de Atenquique.

Durante el transcurso de las pruebas de germinación se procedió a la preparación del terreno para el almácigo utilizando arena y tierra natural en proporción de 1:1 el día 11 de abril. La tierra y arena fueron cernidas por separado y luego mezcladas. Posteriormente se llevó la mezcla a un plantero de cemento bordeado de ladrillo de 1.3 Mts. de ancho por 4.5 de largo. Una vez en el plantero, el suelo se niveló.

La desinfección del terreno se llevó a cabo utilizando una solución de formol y agua en proporción de 2 a 150 lts., para regar 10 Mts² de superficie. Se utilizó este producto en base a las experiencias tenidas en el mencionado vivero, ya que para atacar el "Damping-off" se encontró en la bibliografía consultada una serie de ventajas en la aplicación de cualquier método de combate y se recomienda utilizar el método que mejores resultados haya proporcionado dentro de la misma localidad donde se tengan problemas similares.

El suelo del plantero se regó con $3/4$ partes de la solución preparada y posteriormente se cubrió con hojas secas de pino ("ocochal"), luego, con la cuarta parte restante de la solución, se regó la cubierta de ocochal.

Para asegurar la efectividad de la desinfección, se cubrió el terreno con plástico, el cual fue retirado 72 horas después y con esto se procedió a la remoción diaria del terreno durante 10 días retirando antes de esto la cubierta de ocochal.

Antes de proceder a la siembra se niveló el terreno, dejando su superficie superior a 3 cms. por debajo de la altura total del plantero que es de aproximadamente 20 cms. Esto se realizó con la finalidad de evitar la pérdida de suelo a causa de los riegos.

3.1.2 Siembra

Se procedió a la siembra de las semillas de *Pinus* spp. en el plantero anteriormente preparado ocupando una superficie de 0.325 Mts. de ancho por 0.75 de largo. Esta superficie corresponde a la necesaria para cada tratamiento y cada especie. A continuación se muestra el número de semillas sembradas por lote y en total el 25 de abril: El total corresponde a los 6 tratamientos efectuados:

<i>P. douglasiana</i>	120 semillas por lote	774 semillas en total
<i>P. oocarpa</i>	234 " " "	1404 " " "
<i>P. hartwegii</i>	178 " " "	1068 " " "
<i>P. michoacana</i>	138 " " "	828 " " "

Antes de la siembra, las semillas fueron desinfectadas con TECTO en seco, mezclando simplemente las semillas con el producto y removiendo. En base a las prácticas comunes de desinfección ejecutadas en el vivero, donde se utilizan 10 gr. de TECTO por 2 hr de semilla, se calculó la cantidad de insecticida para la semilla a utilizar en el experimento. Estas cantidades son para:

199 gr de semilla de <i>P. michoacana</i>	0.9 gr de TECTO
134 gr de semilla de <i>P. de oocarpa</i>	0.6 gr de TECTO
61 gr de semilla de <i>P. douglasiana</i>	0.3 gr de TECTO
101 gr de semilla de <i>P. hartwegii</i>	0.5 gr de TECTO

Las semillas se colocaron en la superficie del terreno del almácigo y luego se cubrieron con una capa delgada del mismo suelo, que se separó antes de hacer la siembra. Para facilitar la toma de datos una vez emergidas las plántulas, se sembraron las semillas en hileras.

Al terminar con la siembra, el almácigo se cubrió nuevamente con ocochal desinfectado previamente con formal. La función de esta capa de ocochal es la de evitar pérdidas de suelo y remoción de semillas a causa de los riegos, además de conservar calor y humedad para favorecer la germinación de las semillas.

Finalmente se procedió a dar el primer riego utilizando 30 lts. de agua para la superficie total del almácigo.

Los riegos en la etapa de almácigo se efectuaron diariamente a partir del día de la siembra suspendiendo sólo en caso de lluvia cuya primera manifestación se presentó el día 10 de mayo.

El volumen de agua aplicado en cada riego a la superficie de 4.5 por 1.3 Mts. del almácigo, fue de 30 lts. de agua. (En el vivero se aplican riegos de 60 lts. a los almácigos de 10 Mts. cuadrados, y es de este dato de donde partió para la aplicación de los riegos).

Para dicho efecto se utilizaron regaderas de 15 lts. de capacidad, después se procedió a crear condiciones de sombra artificial, para lo cual se elaboraron 5 armazones de madera de 1.4 Mts. de ancho por 0.6 de largo y la altura de éstos fue así mismo de 0.6 Mts. Sobre estos armazones se colocó el material que provocaría el paso de la luz a diferentes intensidades.

En función de la menor a la mayor intensidad de iluminación que pasaría por estos materiales, se decidió designar: tratamiento I al cubierto completamente de madera y que impide totalmente el paso de luz. Tratamiento II cubierto con costal de lazo; tratamiento III, cubierto con gasa de algodón; tratamiento IV, cubierto con malla verde de nylon; tratamiento V, cubierto con costal de nylon (de orificios mayores que la malla verde de nylon); y finalmente tratamiento VI, o tratamiento testigo, que prescindió de cubierta, es decir, recibiendo la totalidad de intensidad de iluminación para efecto de comparación con los distintos tratamientos.

En esta etapa, el tratamiento testigo fue cubierto con un armazón de malla de alambre como protección contra los pájaros. El calibre de abertura de los orificios de esta malla fue elegido de tal modo, que su utilización no afectara los resultados en este tratamiento por provocar alguna cantidad de sombra. Los orificios son bastante grandes y el alambre de la malla muy delgado.

Este armazón de malla de alambre, se colocó al nivel del borde superior del plantero.

Para la ubicación del experimento se eligió un lugar en donde todo el tiempo quedara completamente expuesto a la luz, para evitar condiciones que pudieran alterar los resultados como podría ser, la sombra de un árbol y otras.

En el diagrama 1 se muestra la forma en que el experimento quedó ubicado. Cabe mencionar que antes de la siembra, se efectuó una prueba adicional para averiguar si los diferentes materiales de las cubiertas de los armazones, producían diferencias de calor en comparación con el ambiente, y mediante la simple toma de temperatura bajo las cubiertas y al aire libre (con termómetro), se hicieron las comparaciones durante 5 horas de bastante intensidad lumínica y calorífica, y se observó siempre la misma temperatura tanto al aire libre como bajo las cubiertas.

El 5 de mayo se observó el inicio de la emergencia de las plántulas en forma prácticamente homogénea en todos los tratamientos y especies.

Dos días después, se inició con el conteo de la frecuencia de germinación, tomándose en cuenta el número de plantas emergidas por tratamiento y por especie. Para realizar los conteos fue necesario remover parte del ocochal y sólo se dejó una muy delgada capa de éste como protección del almácigo.

Los conteos se efectuaron diariamente y en la fecha del segundo, fue necesario agregar una delgada capa de suelo, ya que algunas semillas habían quedado descubiertas. Este suelo también fue desinfectado y finalmente, se regó.

El 10 de mayo se comenzó a notar ataque de hongos, que se hizo más frecuente a partir del 12 del mismo, encontrándose algunas plantas caídas en algunos de los lotes, por lo que se procedió a tratarlos con VITIZAN 50 (fungicida, polvo humectable) a 2% (2 gr por litro de agua), que es la fórmula utilizada en el vivero en estos casos. Se aplicó 30 grms. en 15 lts. de agua para todo el experimento.

La duración de las plántulas en el almácigo fue de 21 días, y el fundamento para dar terminación a esta etapa fue además de los datos bibliográficos consultados, la observación de que el incremento de la emergencia de plántulas era nulo o demasiado insignificante, pero fue tomada también la importante consideración de que las plántulas se encontraban ya en condiciones óptimas de ser transplantadas. Esto se presenta cuando las plántulas han perdido la cubierta seminal.

Se considera que este punto es el óptimo para el trasplante, porque, de hacerlo antes, se corre el riesgo de posibles ataques de pájaros que arrancan

la cubierta serinal, provocando lesiones y después de este punto, las plántulas pueden estar ya tan desarrolladas que, su manejo para trasplante se hace difícil por ser mayor la posibilidad de lesiones en la raíz mientras ésta más profunda se encuentre.

3.2 Etapa de trasplante

3.2.1 Trasplante

Este se inició con el trasplante de las plántulas de los tratamientos I y II el 16 de mayo. Para tal efecto, se llenaron envases negros de polietileno de 13 cms. de diámetro por 23 cms. de longitud, con tierra natural.

Se evitó el uso de suelo orgánico para prevenir posibles infestaciones fúngicas. Una vez llenos, se acomodaron en hileras de 15 envases cada una, en los planteros contiguos a aquel que sirvió como almácigo y que por lo tanto tienen las mismas dimensiones.

Luego, con un trozo de fierro plano, delgado y afilado en punta, se procedió a levantar el suelo del almácigo donde estaban las plántulas para desenterrarlas. Después, las plántulas se introducían en un recipiente con agua, para evitar su deshidratación.

Los envases que contenían el suelo eran regados y posteriormente, se les hacía un orificio con un palo afilado también en punta en uno de sus extremos; en dichos orificios se colocaban las plántulas y se cubrían con el mismo suelo utilizado para llenar los envases, presionando un poco alrededor del tallo de las plántulas para fijarlas, y finalmente se regaron principalmente con el propósito de que el suelo se compactara y crear de esta forma, estabilidad

para las plántulas, aunque éste constituyó en sí, el primer riego.

Inmediatamente después del trasplante, se colocaron sobre cada tratamiento, las respectivas cubiertas de sombra.

De las plántulas extraídas del almácigo, fueron desechadas aquellas de las que se concluyó que debido a infestación fungosa no se establecerían en la etapa de trasplante. El total de plántulas trasplantadas para cada tratamiento es el siguiente:

de *P. douglasiana* se trasplantaron 97 plántulas en el tratamiento I, 85 en el tratamiento II, 73 en el III, 87 en el IV, 71 en el V y 81 en el tratamiento VI o testigo; de *P. oocarpa* 93 en el tratamiento I, 100 en los tratamientos II y III, 78 en el IV, 88 en el V y 68 en el VI; para *P. hartwegii*: 89 para el tratamiento I, 65 en el tratamiento II, 80 en el III, 87 en el IV, 51 en el V y 46 en el VI; y finalmente para *P. michoacana* se trasplantaron 78 plántulas en el tratamiento I, 68 en el II, 73 en el III, 76 en el IV, 69 en el V y finalmente 75 en el tratamiento VI.

Los tratamientos III y IV fueron trasplantados el 17 de mayo y el 18, los restantes tratamientos V y VI. Cada una de las plántulas fue numerada para llevar el control de ellas en el registro de los datos.

El control de los riegos posteriores al que se efectuó inmediatamente después del trasplante, se llevó en base a la humedad del suelo que se presentaba.

La malla de alambre utilizada como protección contra los pájaros para el tratamiento testigo durante la etapa de germinación, fue retirada, puesto que las plántulas ya habían perdido la cubierta seminal y por lo tanto, la función de la malla había concluido. En el diagrama 2 se muestra un esquema de la distribución del experimento.

3.2.2 Mediciones de diámetro y altura.

Las mediciones de diámetro y altura en la etapa de trasplante, fueron registradas en hojas de campo por primera vez 3 días después de concluido el trasplante (21 de mayo).

El número de plántulas inicialmente trasplantadas decreció un poco debido a aquellas que murieron al no adaptarse a las condiciones de su nuevo establecimiento.

La siguiente toma de datos se efectuó 15 días después de la primera (4 de junio) y a partir de entonces se tomaron los datos cada 8 días hasta el 15 de octubre, cuando se decidió efectuar ésta cada 15 días, debido a que en observaciones del experimento y en la revisión de los datos se encontró que el crecimiento en diámetro no era muy notable en el transcurso de una semana.

Las mediciones periódicas de altura se tomaron desde la superficie del suelo del envase hasta el meristemo apical de las plántulas; y las del diámetro, en la parte más baja posible del tallo.

Para estas mediciones se utilizaron, una regla con aproximaciones de 1.0 mm para medir altura, y un vernier con aproximaciones de décimas de mm para el diámetro.

3.2.3 Mediciones de la intensidad de iluminación.

Para medir la intensidad de luz de cada una de las mallas diseñadas para permitir diferentes entradas de intensidad, se trabajó con el exposímetro integrado a una cámara Pentax MX, procediéndose de la siguiente manera:

- a) las lecturas fueron tomadas a las 12 del día.
- b) el lente de la cámara se enfocaba hacia una tabla de refracción a una distancia de 40 cms. dentro de las sombras producidas por cada una de las cubiertas instaladas.
- c) La intensidad de luz se obtenía del número de la apertura del diafragma que resultara del ajuste para tomar una fotografía normal, en esas condiciones de iluminación.
- d) Para tal fin, la cámara se ajustó previamente a una velocidad de disparo de 1/125 segundos, suponiéndose que se tuviera un rollo fotográfico con una sensibilidad de 100 ASA DIN.

Bajo estas características de lectura, el mayor número de la apertura del diafragma significa una mayor intensidad de luz y viceversa; por lo tanto en el presente trabajo se tuvo en promedio las siguientes lecturas:

TRATAMIENTO	APERTURA DEL DIAFRAGMA
I	2
II	2.8
III	4

TRATAMIENTO	APERTURA DEL DIAFRAGMA
IV	5.6
V	11
VI	22

3.3 Metodología estadística

El diseño experimental utilizado, es un arreglo en parcelas divididas bajo una distribución completamente al azar.

El número de repeticiones es igual a 4 y se tienen para el factor A o parcela grande, 6 diferentes intensidades de iluminación y para el factor B o parcela chica, 4 especies de Pinus.

Para la determinación de diferencias entre promedios, se utilizó la prueba de Tukey y finalmente se realizó un análisis de regresión lineal para evaluar el comportamiento en cuanto a crecimiento en diámetro y por otra parte en altura, con relación a la edad de las plántulas.

3.4 Especies estudiadas y características de adaptación y agronómicas.

a) Pinus vocarpa Schiede.

a.1 ALTITUD	Mínima	media	máxima
Mts. SMM	1000	1800	2400

a.2 PRECIPITACION

PLUVIA (mm)	650	1300	2600
-------------	-----	------	------

a.3 TEMPERATURA

(°C)	1.5	19	35-45
------	-----	----	-------

a.4 ALTURA DEL

ARBOL

De 7 a 32 Mts. (los más comunes de 10 a 24 Mts).

a.5 LOCALIZACION

En laderas con pendientes pronunciadas, cerros, cañadas, pedregales, etc.

b) *Pinus hartwegii* Lindl.

b.1 ALTITUD	Mínima	media	máxima
Mts. SMM	3000	3400	4000

b.2 PRECIPITACION

PLUVIA	800	1100	1500
--------	-----	------	------

b.3 TEMPERATURA

(°C)	-20	11	38
------	-----	----	----

b.4 ALTURA DEL

ARBOL

Son árboles de poca altura variando entre 10 y 25 Mts.

b.5 LOCALIZACION

En los lugares más fríos y altos en relación al nivel del mar, en ladera de montañas.

c) *Pinus michoacana connata* Martínez.

c.1 ALTITUD	mínima	media	máxima
Mts SMM	1350	2000	2600

c.2 PRECIPITACION PLUVIAL

(mm)	650	1050	1600
------	-----	------	------

c.3 TEMPERATURA

(°C)	-8	17.8	45
------	----	------	----

c.4 ALTURA DEL ARBOL

c.5 LOCALIZACION

Se encuentra en lomeríos y cañadas, pocas veces en partes planas.

d) *Pinus douglasiana* Martínez.

d.1 ALTITUD

	mínima	media	máxima
Mts. SNM	1400	2000	2500

d.2 PRECIPITACION

PLUVIAL (mm)	700	1150	1600
--------------	-----	------	------

d.3 TEMPERATURA

	-2	20	44
--	----	----	----

d.4 ALTURA DEL ARBOL

d.5 LOCALIZACION

NOTA: Las altitudes, precipitaciones y temperaturas medias indicadas, son donde se encuentran los mejores rodales de las respectivas especies.
(Equiluz, T. 1982).

4.- RESULTADOS

4.1 Efecto de la intensidad de la luz.

4.1.1 Altura.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de varianza (cuadro 3), se observan diferencias significativas al nivel de probabilidad de 0.01. en los valores de altura de planta por efecto de las intensidades de luz en este estudio. Por lo que se rechaza la hipótesis de nulidad propuesta.

CUADRO No. 3 Cuadro de análisis de Varianza para altura.

F.V.	G.L.	SC	CM	F	F	F
Intensidad	5	13029.89	2605.97	62.26	2.90	4.56
Error a	15	627.79	41.85			
Parcela gde.	23	13657.68				
Especie	3	32083.29	10694.43	338.00	2.84	4.31
Interacción						
(Int. X esp.)	15	4800.06	320.00	10.11	1.92	2.52
Error b	54	1708.97	31.64			
TOTAL	95	52250.00				

Los resultados obtenidos en promedio en altura de planta en cada una de las intensidades probadas, se indica en el siguiente cuadro, donde se observa que de acuerdo a la prueba de Tukey se encontraron diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de 0.05 de probabilidad.

CUADRO No. 4 Cuadro de promedios de tratamientos. (altura en mm)

INTENSIDAD	ALTURA
I	67.09
II	61.26
III	39.83
IV	52.55
V	39.45
VI	36.74

$W = 7.43$ (valor de tukey)

Resumiendo, cualquier par de promedios subrayados por la misma línea, son iguales estadísticamente o la diferencia entre ellos no es significativa:

TRATAMIENTOS	I	II	IV	III	V	VI
Promedios de incrementos en altura.	67.09	61.26	52.55	39.83	39.45	36.74
Diferencias significativas al 0.05.	_____		_____			

4.1.2 Diámetro.

También con relación al diámetro se observan diferencias significativas al 0.01 de probabilidad, por efecto de las diferentes intensidades de luz. Esto se muestra en el cuadro No. 5.

CUADRO No. 5 Cuadro de análisis de varianza para diámetro.

F.V.	G.L.	SC	CM	F	F	F
Intensidad	5	41.03	8.20	39.04	2.90	4.56
Error a	15	3.16	0.21			
Parcela pde.	23	44.19				
Especie	3	41.58	13.86	55.44	2.84	4.31
Interacción						
(Int. X esp.)	15	29.86	1.99	7.96	1.92	2.52
Error b	54	13.51	0.25			
TOTAL	95	129.14				

Los resultados promedios obtenidos en grosor de diámetro en cada una de las intensidades probadas, se indican en el siguiente cuadro, donde se encuentran diferencias significativas entre tratamientos a un nivel de 0.05 de probabilidad, según la prueba de Tukey.

CUADRO No. 6 Cuadro de promedios de tratamientos (diámetro en mm)

INTENSIDAD	DIAMETRO
IV	3.79
III	2.53
V	2.36
I	2.06
II	2.05
VI	1.78

$W = 0.526$ (valor de tukey).

Cualquier par de promedios subrayados por la misma línea, son iguales estadísticamente, o la diferencia entre ellos no es significativa.

TRATAMIENTOS	IV	III	V	I	II	VI
Promedios de incrementos de diámetro.	3.79	2.53	2.36	2.06	2.05	1.78
Diferencias significativas al 0.05.						

4.2 Efecto de las especies.

4.2.1 Altura

Como en el efecto de la intensidad de iluminación, se encontraron también diferencias significativas al 0.01 de probabilidad, en cuanto al efecto de las especies. Lo cual puede observarse en el cuadro 3 de análisis de varianza para altura.

En cuanto a la diferencia de promedios entre tratamientos, se encontraron diferencias significativas al 0.05 de probabilidad según la prueba de t-key y a continuación se muestra el cuadro que contiene las diferentes especies y sus promedios en altura, y las diferencias entre promedios.

CUADRO No. 7 Cuadro de promedios de especies (altura en mm)

ESPECIE	ALTURA
P. oocarpa	64.15
P. douglasiana	58.82

P. michoacana 56.81

P. hartwegii 18.17

$W = 4.29$ (valor de tukey).

Del examen de cuadros anterior se deduce:

ESPECIES <i>Pinus</i> :	<i>oocarpa</i>	<i>douglasiana</i>	<i>michoacana</i>	<i>hartwegii</i>
Promedios de altura	64.15	58.82	56.81	18.17

Diferencias significativas al 0.05.

4.2.2 Diámetro

Las diferencias significativas al 0.01 de probabilidad encontradas entre las diferentes especies en cuanto a diámetro, se muestran en el cuadro 5 de análisis de varianza para diámetro.

A continuación se muestra el cuadro que contiene las diferencias de promedios entre los diámetros de las diferentes especies:

CUADRO 8 Cuadro de promedios de especies (diámetro en mm).

ESPECIE	DIÁMETRO
<i>P. michoacana</i>	3.45
<i>P. oocarpa</i>	2.56
<i>P. hartwegii</i>	1.92
<i>P. douglasiana</i>	1.79

$W = 0.381$ (valor de tukey).

Del anterior cuadro se obtienen los siguientes resultados:

ESPECIES (Pinus)	michoacana	oocarpa	hartwegii	douglasiana
Promedios de diámetro (mm)	3.45	2.56	1.92	1.79
Diferencias signifi- cativas a 0.05.				

4.3 Interacción intensidad X especie.

4.3.1 Altura

Para el factor interacción, se encontró en el análisis de varianza, que existen diferencias significativas al nivel de probabilidad de 0.01 en cuanto a altura (ver cuadro 3).

El siguiente cuadro contiene los valores de los promedios de altura de planta con cada intensidad de iluminación de cada especie y el valor obtenido de la prueba de tukey:

CUADRO No. 9 Cuadro de promedios de la interacción (Int. X Esp.) para altura (en milímetros).

Intensidad	Pinus			
	oocarpa	michoacana	hartwegii	douglasiana
I	89.48	73.49	25.05	80.37
II	82.00	71.61	18.65	72.77
III	52.74	51.21	13.44	41.94
IV	75.30	59.90	13.50	61.52
V	44.62	48.17	15.83	49.18
VI	40.76	36.52	22.53	47.16

$\bar{w} = 14.73$ (valor de tukey)

En resumen del cuadro anterior se tienen los siguientes resultados: planteándose la pregunta, para una intensidad determinada ¿Qué especie fue la mejor? se tiene que para la intensidad I, *P. oocarpa* y *douglasiana* son las que presentan mayor incremento y resultan estadísticamente iguales, seguidas de *P. michoacana*, cuya diferencia de promedio con respecto a *P. douglasiana* fue no significativa y finalmente *P. hartwegii*.

Para mostrar más claramente el efecto de la interacción intensidad por especie, se presenta la gráfica No. 1 en el apéndice.

4.3.2 Diámetro

En el cuadro No. 4 de análisis de varianza se observan también diferencias significativas al 0.01 de probabilidad para el factor interacción en relación a diámetro.

Los valores obtenidos de las diferencias de promedios de diámetro para este factor, se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 10 Cuadro de promedios de la interacción (Int. X Esp.) para diámetro (en milímetros).

Intensidad	Pinus			
	<i>oocarpa</i>	<i>michoacana</i>	<i>hartwegii</i>	<i>douglasiana</i>
I	2.16	2.48	1.77	1.84
II	2.07	2.67	1.71	1.77
III	2.36	4.16	1.85	1.73
IV	4.93	5.84	2.48	1.93
V	2.00	3.71	2.02	1.71
VI	1.84	1.86	1.69	1.75

$W = 1.31$ (valor de tukey)

Al igual que para el factor interacción con relación a la altura, se presenta una gráfica (gráfica No. 2 en el apéndice), donde se muestra más claramente el efecto de la interacción de la intensidad por especie con relación a diámetro.

4.4 Análisis de Regresión.

4.4.1 Altura y edad de la planta.

A continuación se presentan las ecuaciones de regresión calculadas para cada una de las especies en cada uno de los diferentes tratamientos y se muestran en el apéndice las gráficas correspondientes a ellas para observar claramente el comportamiento de cada especie bajo todas las intensidades de luminación a las que fueron sometidas, con relación a la edad de las plántulas.

En cada gráfica se muestra el comportamiento de una especie bajo todas las intensidades de luz y se tiene así, para *P. oocarpa*, la gráfica No. 3, para *P. michoacana* la gráfica No. 4. *P. hartwegii*, gráfica No.5 y finalmente, la gráfica No. 6 para *P. douglasiana*.

4.4.1.1 Intensidad I *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 26.96 + 0.22 x$$

4.4.1.2 Intensidad I *P. michoacana*

$$\hat{y} = 28.47 + 0.16 x$$

4.4.1.3 Intensidad I *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 8.33 + 0.04 x$$

4.4.1.4 Intensidad I *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 26.17 + 0.18 x$$

4.4.1.5 Intensidad II *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 26.88 + 0.19 x$$

4.4.1.6 intensidad II *P. michoacana*

$$\hat{y} = 30.65 + 0.14 x$$

4.4.1.7 Intensidad II *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 7.35 + 0.03 x$$

4.4.1.8 Intensidad II *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 29.66 + 0.15 x$$

4.4.1.9 Intensidad III *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 22.81 + 0.10 x$$

4.4.1.10 Intensidad III *P. michoacana*

$$\hat{y} = 19.59 + 0.10 x$$

4.4.1.11 Intensidad III *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 5.50 + 0.02 x$$

4.4.1.12 Intensidad III *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 21.54 + 0.07 x$$

4.4.1.13 Intensidad IV *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 10.24 + 0.21 x$$

4.4.1.14 Intensidad IV *P. michoacana*

$$\hat{y} = 14.10 + 0.14 x$$

4.4.1.15 Intensidad IV *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 8.86 + 0.01 x$$

4.4.1.16 Intensidad IV *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 24.80 + 0.10 x$$

4.4.1.17 Intensidad V *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 17.11 + 0.10 x$$

4.4.1.18 Intensidad V *P. michoacana*

$$\hat{y} = 23.65 + 0.08 x$$

4.4.1.19 Intensidad V *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 8.24 + 0.02 x$$

4.4.1.20 Intensidad V *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 29.37 + 0.07 x$$

4.4.1.21 Intensidad VI *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 18.72 + 0.02 x$$



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

4.4.1.22 Intensidad VI *P. michoacana*

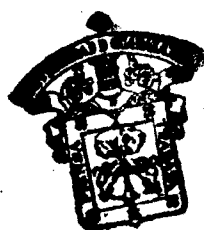
$$\hat{y} = 22.33 + 0.05 x$$

4.4.1.23 Intensidad VI *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 4.77 + 0.04 x$$

4.4.1.24 Intensidad VI *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 24.29 + 0.07 x$$



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

4.4.2 Diámetro y edad de la planta.

Como en el punto anterior, se muestra aquí las ecuaciones de regresión calculadas para cada especie bajo todos los diferentes tratamientos, con relación a la edad de las plántulas.

Las gráficas correspondientes a cada especie, se muestran en el apéndice y son: para *P. oocarpa* la gráfica No. 7; *P. michoacana* gráfica No. 8; *P. hartwegii*, gráfica No. 9 y finalmente para *P. douglasiana* la gráfica No. 10.

4.4.2.1 Intensidad I *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 1.13 + 0.003 x$$

4.4.2.2 Intensidad I *P. michoacana*

$$\hat{y} = 1 + 0.004 x$$

4.4.2.3 Intensidad I *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 1.06 + 0.002 x$$

4.4.2.4 Intensidad I *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 1.08 + 0.002 x$$

4.4.2.5 Intensidad II *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 1.12 + 0.003 x$$

4.4.2.6 Intensidad II *P. michoacana*

$$\hat{y} = 0.88 + 0.005 x$$

4.4.2.7 Intensidad II *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 1.06 + 0.002 x$$

4.4.2.8 Intensidad II *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 0.91 + 0.003 x$$

4.4.2.9 Intensidad III *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 1.25 + 0.003 x$$

4.4.2.10 Intensidad III *P. michoacana*

$$\hat{y} = 0.55 + 0.009 x$$

4.4.2.11 Intensidad III *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 1.15 + 0.002 x$$

4.4.2.12 Intensidad III *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 1.10 + 0.002 x$$

4.4.2.13 Intensidad IV *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 0.27 + 0.011 x$$

4.4.2.14 Intensidad IV *P. michoacana*

$$\hat{y} = 0.07 + 0.013 x$$

4.4.2.15 Intensidad IV *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 0.92 + 0.004 x$$

4.4.2.16 Intensidad IV *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 1.13 + 0.002 x$$

4.4.2.17 Intensidad V *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 1.15 + 0.003 x$$

4.4.2.18 Intensidad V *P. michoacana*

$$\hat{y} = 0.71 + 0.007 x$$

4.4.2.19 Intensidad V *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 1.18 + 0.002 x$$

4.4.2.20 Intensidad V *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 1.08 + 0.002 x$$

4.4.2.21 Intensidad VI *P. oocarpa*

$$\hat{y} = 1.27 + 0.002 x$$

4.4.2.22 Intensidad VI *P. michoacana*

$$\hat{y} = 1.33 + 0.002 x$$

4.4.2.23 Intensidad VI *P. hartwegii*

$$\hat{y} = 1.15 + 0.002 x$$

4.4.2.24 Intensidad VI *P. douglasiana*

$$\hat{y} = 1.16 + 0.002 x$$

5.- DISCUSION

Según los resultados mostrados en el capítulo anterior, se observa que en lo que se refiere al efecto de la intensidad de iluminación sobre la altura de las plantas, el mayor incremento se presentó en los tratamientos I y II, seguido del tratamiento IV y finalmente por los tratamientos III, V y VI (estos grupos de tratamiento resultaron estadísticamente iguales).

A los 4 meses se comenzó a observar el fenómeno de heliotropismo en el tratamiento I y a los 8 meses éste era excesivo.

A pesar de que el mayor incremento de altura se presentó en los tratamientos I y II, las plántulas tenían un aspecto raquítico y una coloración que se iba atenuando al paso del tiempo, de verde amarillento, luego pardo, hasta verde muy opaco al final del experimento.

Esto se atribuye como consecuencia de la falta de iluminación, que produce ahilamiento (pérdida de pigmentos y adquisición de una forma anormal). Debido a la escasa o nula iluminación, se aumenta la cantidad de auxinas en la planta, lo que propicia un alargamiento celular y de ahí que se tengan los mayores incrementos en altura en los tratamientos antes mencionados.

A mayor intensidad de iluminación, se presentan menores incrementos de altura, aunque esto no corresponde exactamente al desarrollo general de la planta. En los tratamientos III, V y VI, se presentaron los menores incrementos, pero en comparación a los tratamientos I y II, se observó que existía

diferencia en cuanto al vigor. En los tratamientos III y V, la coloración era verde normal y verde rojizo en algunas etapas, pero en general tenían un aspecto vigoroso y un crecimiento homogéneo.

En el tratamiento IV, fue en el que se observó en general el mejor aspecto, presentando siempre una coloración verde intensa durante todo el experimento; y finalmente el tratamiento VI, que presentó un aspecto normal durante las primeras etapas, pero su crecimiento era lento llegando a un punto de estancamiento, pues no se notaba incremento de significancia conforme transcurría el tiempo y presentando al final un aspecto "seco" (clorosis), muy poco vigor y enanismo.

Debido a una excesiva iluminación, la fotosíntesis se ve limitada por la foto-oxidación de los cloroplastos, lo que provoca enanismo y clorosis, ambos síntomas de la reducción de la producción y hasta destrucción de la clorofila.

En relación al efecto de la intensidad de la luz que se observó sobre los incrementos en diámetro, se encontró que el tratamiento IV presentó el mayor de éstos, seguido de los tratamientos III, V, I y II cuyas diferencias resultaron no significativas y finalmente por los tratamientos I, II y VI también con diferencias no significativas.

Aquí puede observarse que los extremos, iluminación excesiva e iluminación insuficiente, producen los menores incrementos en diámetro, encontrándose un óptimo para el desarrollo de éstos bajo condiciones de iluminación intermedias.

En relación al efecto de las especies, se observó que el mayor incremento en altura se encontró en *P. oocarpa*, seguido de *P. douglasiana* y, ni choacana con diferencias no significativas y finalmente por *P. hartwegii*, que a lo largo de todo el experimento se mantuvo en estado cespitoso.

En cuanto a diámetro, se observó que *P. michoacana* presentó el mayor incremento en promedio en todos los tratamientos, siguiéndole *P. oocarpa* y finalmente *P. hartwegii* y *P. douglasiana* que presentaron diferencias no significativas.

Al entrar en la discusión de la interacción intensidad por especie, ca be plantearse las siguientes preguntas:

- 1.- Para una intensidad determinada ¿Cuál es la mejor especie?
- 2.- Para una especie ¿Cuál es la mejor intensidad?

Estas incógnitas pueden resolverse, sacando las diferencias entre promedios y comparando éstos con el valor de *tukey* en los cuadros 9 y 10 en el capítulo de resultados según se trate de diámetro o altura.

Para los fines de este trabajo resulta más importante conocer cuál es la intensidad de iluminación óptima para obtener los mayores incrementos po sibles de cada especie en particular.

De este modo se encontró que para *P. oocarpa*, el mayor incremento en altura se obtiene bajo los tratamientos I, II y IV cuyas diferencias de pro

medios no son significativas, pero presentando una marcada diferencia en cuanto al desarrollo general de la plántula; en los tratamientos I y II, se observó una coloración muy opaca y un aspecto general que demuestra muy poco vigor, contrariamente de lo observado en el tratamiento IV, donde se presenta el mejor estado de vigorosidad en un óptimo desarrollo de las plántulas comparando con todos los demás tratamientos del experimento.

En seguida, los tratamientos III, V y VI donde se encuentran los menores incrementos de altura, pero es en el tratamiento VI, donde esta especie se encuentra en peores condiciones que los otros dos tratamientos mencionados, pues *P. oocarpa* (al igual que *P. hartwegii*, como se expone más adelante) aparece muy afectada por la iluminación excesiva.

P. michoacana presenta su mayor incremento en altura en los tratamientos I, II y IV, en las mismas circunstancias que *P. oocarpa*, presentándose en el tratamiento IV, el mejor aspecto general de desarrollo. El menor incremento se presenta en los tratamientos III, V y VI, igualmente, pero mostrando esta especie en el tratamiento VI un aspecto general un poco mejor que *P. oocarpa*, tal vez reside en el hecho de que *P. michoacana* sea más tolerante a altas intensidades de iluminación que *P. oocarpa*.

P. douglasiana obtuvo su mayor incremento en altura bajo los tratamientos I y II; el comportamiento de esta especie no fue precisamente similar al de las dos especies antes mencionadas, porque aunque presenta sus mayores incrementos de altura bajo los mismos tratamientos que *P. oocarpa* y *michoacana*, el aspecto general de esta especie no fue tan variable de un

tratamiento a otro; su coloración presentó sólo muy poco cambio en los distintos tratamientos y se puede decir que es también bajo el tratamiento IV, donde se encuentra en las mejores condiciones.

P. hartwegii presentó bajo todos los tratamientos un incremento en altura cuyas diferencias resultaron no significativas, por lo que se puede argumentar que la iluminación no es un factor que estimule o inhiba su crecimiento. Se encontró además que su mejor aspecto general, se da bajo los tratamientos I, II y IV.

Cabe mencionar que las especies *oocarpa*, *michoacana* y *douglasiana* presentaron heliotropismo en el tratamiento I, pero no así *P. hartwegii*, que además de tener una altura muy pequeña (que no le permitiría inclinarse hacia la luz), presentaba un aspecto de buen desarrollo general en comparación con los tratamientos en los que se permitía el paso de mayor intensidad de luz, donde esta especie aparecía más raquítica.

Con relación al diámetro, se encontró para *P. oocarpa* que el mayor incremento se obtenía bajo el tratamiento IV seguido de los tratamientos III, I, II, V y VI cuyas diferencias no resultaron significativas.

También fue bajo el tratamiento IV, donde *P. michoacana* presentó su mayor incremento y siendo los tratamientos I y VI donde éste fue el más bajo, o sea, bajo condiciones de nula y total iluminación esta especie presentó los menores incrementos de diámetro.

P. hartwegii y *P. douglasiana* presentan bajo todos los tratamientos, un incremento en diámetro que resulta no significativo estadísticamente, por lo que puede decirse que el factor iluminación no afecta el desarrollo de los diámetros en estas dos especies. (ver gráficas 1 y 2).

De los resultados obtenidos mediante el análisis de regresión lineal se tienen las gráficas del comportamiento en cuanto a desarrollo en altura y diámetro de las cuatro especies en estudio bajo los diferentes tratamientos.

Pinus oocarpa obtiene sus mayores ritmos de crecimiento bajo los tratamientos 1, II y IV, es decir, que las plántulas de la misma edad bajo tratamientos 1, II y IV son más altas que las plántulas de la misma edad de los tratamientos restantes. Esta especie fue además la que mostró los índices de regresión más altos en comparación con las demás especies.

Para *P. michoacana* se encontró que también bajo los tratamientos 1, II y IV tiene un ritmo de crecimiento más rápido pero en general este ritmo es más lento en comparación con *P. oocarpa*; *P. douglasiana* obtiene su mayor velocidad de crecimiento en altura, también bajo los tratamientos 1 y II, y finalmente *P. hartwegii* que independientemente de la edad y la iluminación presentó un ritmo de crecimiento similar, permaneciendo siempre en estado cespitoso.

En relación al ritmo de crecimiento (engrosamiento) del diámetro, se encontró que *P. oocarpa* bajo el tratamiento IV, presenta su mayor velocidad de desarrollo; *P. michoacana* en los tratamientos IV, III y V (en orden decreciente); *P. hartwegii* también bajo el tratamiento IV pero no existiendo una gran diferencia entre éste con los índices de regresión encontrados para esta especie bajo los tratamientos restantes, siendo esta característica igual para *P. douglasiana*, la cual tiene su mayor velocidad de engrosamiento de diámetro bajo el tratamiento II.

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos se concluye que:

1.- Las intensidades de iluminación de los tratamientos I y II dan por resultado un mayor incremento en la altura en las especies de *P. oocarpa*, *mi*choacana y *douglasiana*, pero lo cual, no corresponde a un desarrollo óptimo general de las plantas, ya que bajo dichas condiciones, éstas presentan ahilamiento y pérdida de vigor.

Para *P. hartwegii* se concluye, que no es la intensidad de iluminación un factor que inhiba o estimule el crecimiento en altura.

2.- Con intensidad de iluminación total (tratamiento VII), se encontró que las plántulas padecen enanismo y clorosis, ya que a intensidades de iluminación extrema se produce reducción en la producción de clorofila y hasta su destrucción.

3.- Para diámetro, se observó que el mayor incremento en los tratamientos IV, III y V para *P. oocarpa* y *mi*choacana y no se encontró ninguna diferencia significativa para el incremento en diámetro de *P. hartwegii* y *douglasiana* bajo cualquier intensidad probada.

4.- Por lo que respecta al ritmo de crecimiento en altura, se encontró que a menor intensidad de iluminación el crecimiento de las plántulas de *P. oocarpa*, *mi*choacana *douglasiana* es más acelerado, permaneciendo este ritmo de crecimiento indiferente a cualquier intensidad de iluminación en *P. hartwegii*.

5.- El ritmo de crecimiento de diámetro se acelera bajo intensidades de iluminación intermedias para *P. oocarpa*, *michoacana* y *hartwegii* encontrándose para *P. douglasiana* que este ritmo de crecimiento en diámetro permanece similar bajo cualquier intensidad de iluminación, observándose sólo un muy pequeño incremento de este ritmo bajo la intensidad provocada por el tratamiento II.

6.- Puede decirse que las especies tratadas presentan límites mínimos y máximos de iluminación para lograr un óptimo desarrollo por lo que no puede considerarse que bajo condiciones de completa iluminación (como cabría esperar), presenten su óptimo desarrollo pero tampoco al ser sometidas a condiciones de escasa iluminación, ya que las especies heliófilas presentan bajo estas condiciones atenuación del tallo y colapso mecánico.

Finalmente puede recomendarse que para lograr un mejor desarrollo total de plántulas de *P. oocarpa*, *michoacana*, *douglasiana* y *hartwegii*, se expongan estas a una intensidad de iluminación similar a la producida por el tratamiento IV, en la que no se podrán esperar rápidos incrementos en altura, pero que los diámetros alcanzados serán mayores y el vigor y aspecto general del desarrollo de las plántulas será óptimo.

Cabe mencionar que para *P. hartwegii* pueden recomendarse condiciones de sombra mayores a la producida por el tratamiento IV, ya que se observó durante el experimento, que esta especie mostraba mayor adaptabilidad o mayor resis-

tencia a condiciones de sombra en lo que respecta a vigor y aspecto general que bajo iluminación extrema aunque en estas condiciones se obtuvieron mayores diámetros.

De esta forma, las plántulas de vivero producidas bajo estas condiciones tendrán un mayor fortalecimiento del tallo que les permitirá así mismo, mayor resistencia mecánica y tendrán además un mejor desarrollo del sistema radicular (lo que no ocurre bajo condiciones de escasa iluminación) y de este modo se contará con plántulas apropiadas para reforestación debido a la mayor fijación que tendrán a consecuencia de un sistema radicular bien desarrollado.

7.- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Bennet, P.D. y Humphries, D.A. 1978. *Introducción a la Ecología de campo*. H. Blume ediciones. 327 pp. España.
- 2.- Carrera, G.S. 1982. *Estudio morfológico comparativo de plántulas y semillas de 9 especies de pinos mexicanos*. INIF. Boletín técnico No.81. 59 pp. México.
- 3.- Clarke, G.L. 1976. *Elementos de Ecología*. Ediciones Omega. 637 pp. España.
- 4.- Daniel, T.W. Helms, J.A. y Baker, F.S. 1983. *Principios de Silvicultura*. Mc. Graw Hill. 490 pp. México.
- 5.- Departamento de mejoramiento de árboles forestales. 1970. *Instructivo para la recolección y manejo de semillas de coníferas hasta su almacenaje*. INIF. Boletín divulgativo No. 19. 24 pp. México.
- 6.- Devlin, R.M. 1976. *Fisiología vegetal*. Ediciones omega. 517 pp. España.
- 7.- Equiluz, P.T. 1982. *Clima y distribución del género Pinus en México*. SARH/SFF. Ciencia Forestal No. 38 Vol. 7. 64 pp. México.
- 8.- Gómez-Nava, S. 1976. *Combate del "Damping-off" en semilleros forestales*. INIF. Boletín divulgativo No. 42. 11 pp. México.

- 9.- Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1982. *Propagación de plantas*. CECSA. 795 pp. México.
- 10.- Hawley, R.C. y Smith, D.M. 1972. *Silvicultura práctica*. Ediciones omega. 544 pp. España.
- 11.- Hernández, S.R. y Salinas, R. 1970. *Variables de riego en relación con el crecimiento de plántulas de 6 especies de pinos INIF*. Boletín técnico No. 37. 20 pp. México.
- 12.- Kucera, C.L. 1976. *El reto de la ecología*. CECSA. 216 pp. España.
- 13.- Little, T.M. y Jackson, H.F. 1979. *Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura*. Editorial Trillas. 270 pp. México.
- 14.- Martínez, M. 1948. *Los pinos mexicanos*. Editorial Botas. 400 pp. México.
- 15.- Odum, E. 1972. *Ecología*. Nueva Editorial interamericana. p 117-118. México.
- 16.- Papadakis, J. 1980. *El clima*. Editorial Albatros. 376 pp. Argentina.
- 17.- Patiño, V.F. 1974. *Efectos del fotoperíodo en el crecimiento vegetativo de P. patula Schl. et Cham. y P. montezumae Lamb.* INIF. Boletín técnico No. 41. 56 pp. México.

- 18.- *Pesson, P. 1978. Ecología Forestal. Ediciones Mundi-Prensa. 392 pp. España.*
- 19.- *Reyes, C.P. 1982. Diseño de experimentos aplicados. Editorial Trillas. 344. pp. México.*
- 20.- *Richter, G. 1982. Fisiología del metabolismo de las plantas. CECSA. 417 pp. México.*
- 21.- *Spurr, S.H. y Barnes, B.V. 1982. Ecología Forestal. AGT Editor. 690 pp. México.*
- 22.- *Vela, G.L. 1980. Contribución a la ecología de *P. patula*. INIF. Publicación especial No. 19. 108 pp. México*
- 23.- *Vela, L. y Hernández, R. 1968. Influencia de la luz solar directa sobre el crecimiento de plantas de vivero de *Pinus patula* SCHL. et Cham. y *P. montezuma* Lamb. INIF. Boletín técnico No. 22 15 pp. México.*
- 24.- *Veaver, R.J. 1982. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas. 622 pp. México.*
- 25.- *Zamora, C. 1981. Algunos aspectos sobre *P. oocarpa* en el estado de Chiapas. INIF. Ciencia Forestal No. 32 Vol. 6. 64 pp. México.*
- 26.- *Zamora, C. 1978. Contribución al estudio ecológico de los pinos en el Edo. de Chiapas. SARH. Boletín técnico No. 56. 31 pp. México.*

CUADRO No. 1

"Resultados de la prueba de germinación"

ESPECIE	Caja No.	Número de semillas germinadas al				TOTAL al fi- nal prueba.	% de Germinación.
		4/IV	9/IV	16/IV	23/IV		
<i>P. douglasiana</i>	1	73	7	1	81	77.3	
	2	64	12		76		
	3	65	10		75		
<i>P. michoacana</i>	1		58	5	63	72	
	2		70	3	73		
	3		75	5	80		
<i>P. hartwegii</i>	1		53	1	54	56	
	2		52	7	60		
	3		38	11	49		
<i>P. oocarpa</i>	1	18	10	9	37	42.6	
	2	21	30	2	53		
	3	18	18	2	38		

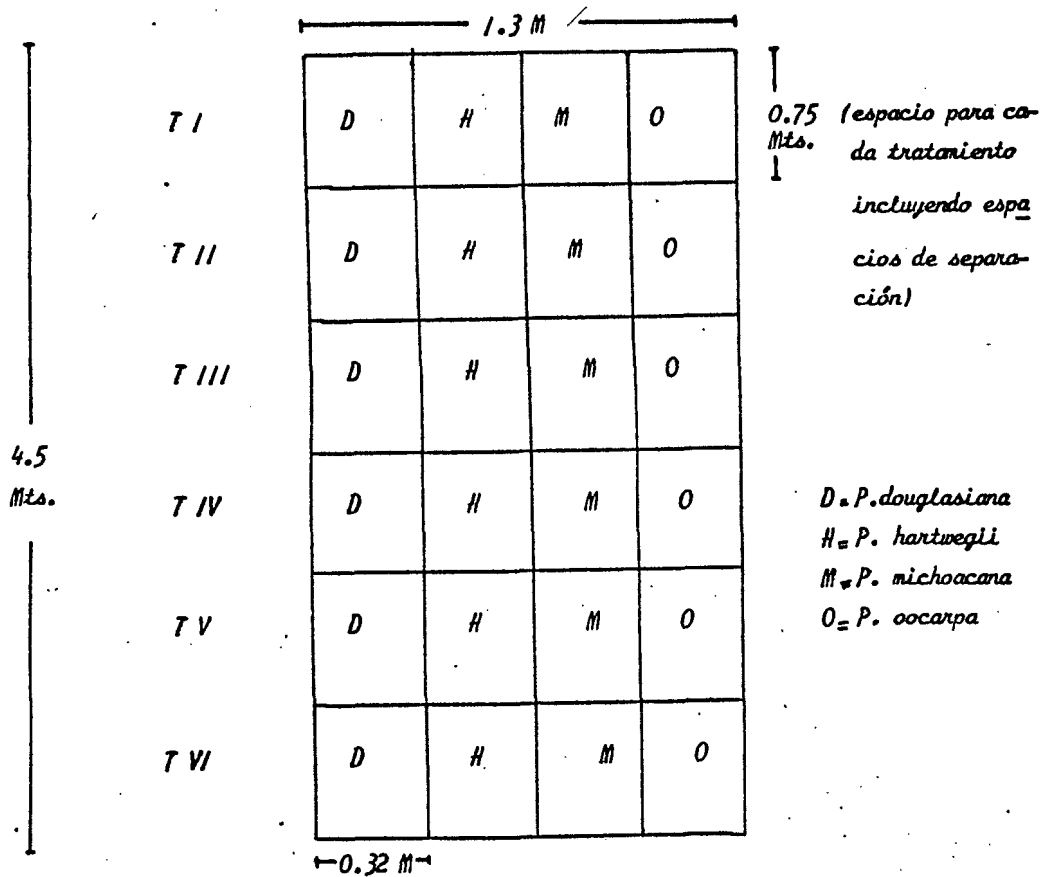
CUADRO No. 2

"Análisis de Semilla"

ESPECIE	Fecha de recolección	(Unidad-Procedencia) LOCALIDAD	No. semi- llas/100 g.	% de germinación.	No. de días de germinación.
<i>hartwegii</i>	Nov./83	Nevado de Col. Cd. Guzmán.	1048	56	11
<i>douglasiana</i>	Feb./84	El Durazno Mpio. de Gómez Farías.	1265	77.3	6
<i>oocarpa</i>	Ene./84	Agua Zarca Mpio. de Tamazula	1043	42.6	6
<i>michoacana</i>	Ene./84	La Tuna Mpio de Tama- zula.	415	72	11

DIAGRAMA No. 1

"Ubicación y distribución del experimento"
(etapa en almácigo)

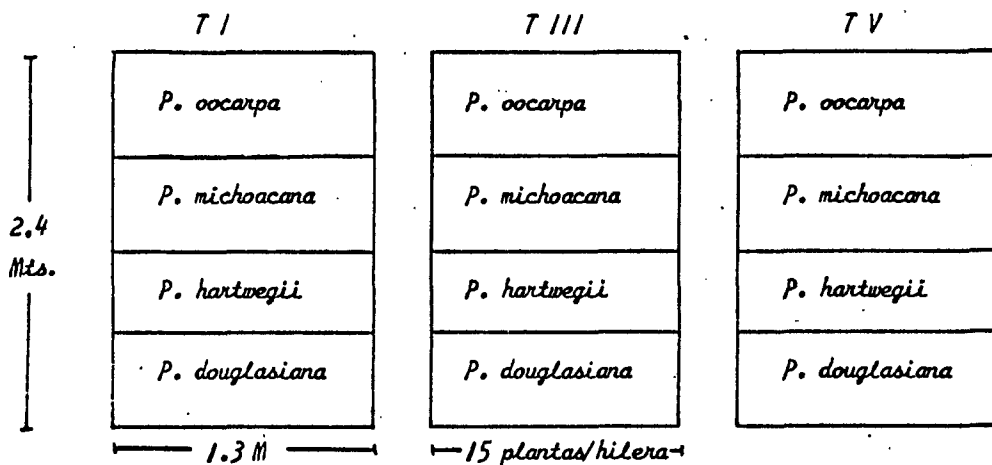


0.75 (espacio para cada tratamiento
incluyendo espacios de separación)

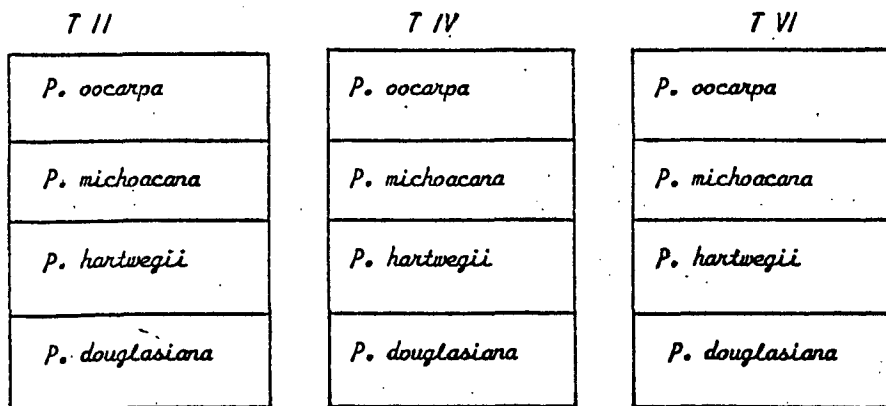
D = *P. douglasiana*
H = *P. hartwegii*
M = *P. michoacana*
O = *P. oocarpa*

(espacio para cada especie, incluyendo espacios de separación).

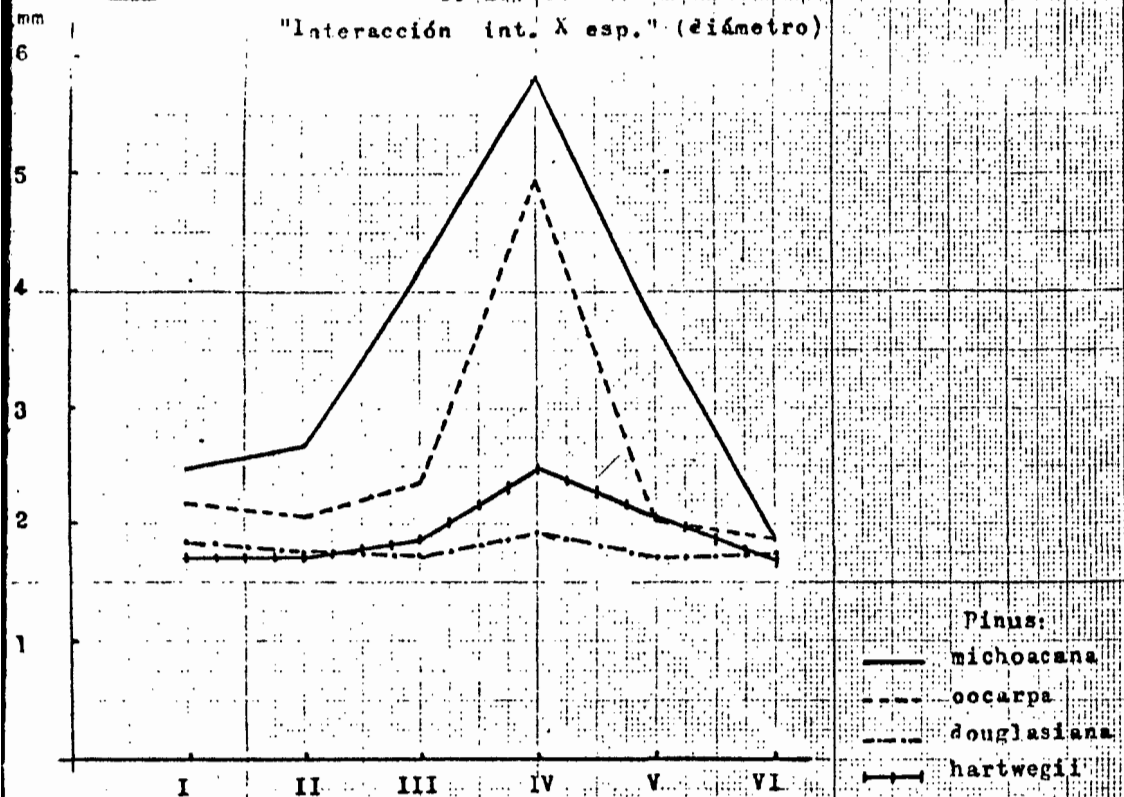
DIAGRAMA No. 2
 "Ubicación y distribución del experimento"
 (etapa de trasplante)



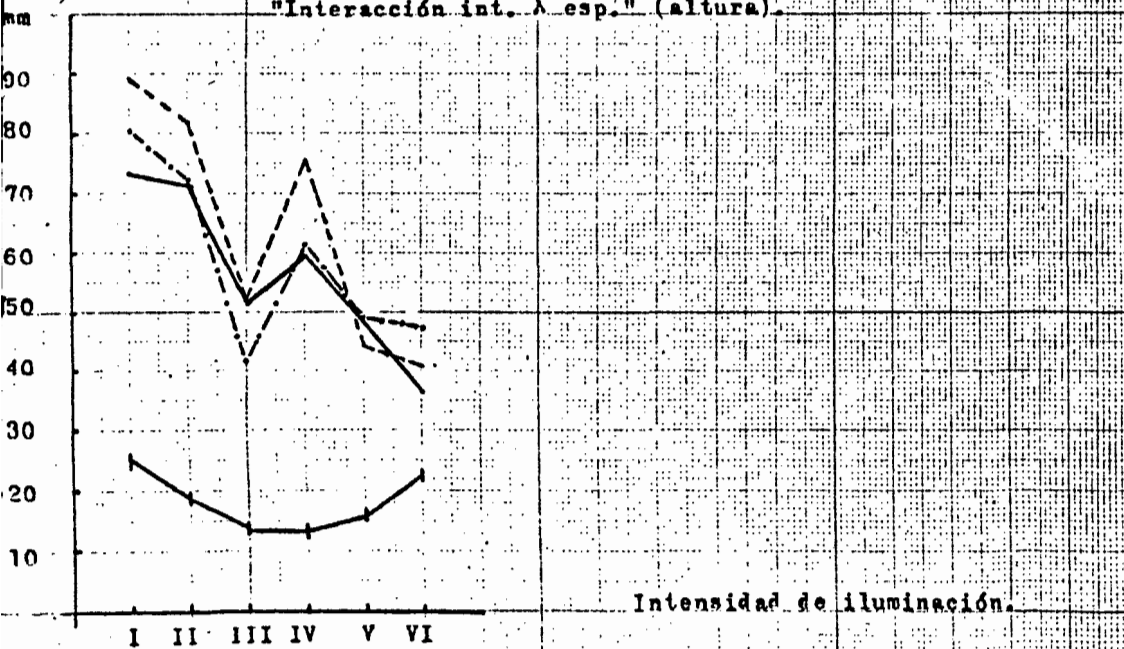
NOTA: Las dimensiones de la cubierta de sombra son similares a la superficie del plantero ocupado por cada tratamiento mas aproximadamente 20 cms. en los 4 bordes, para evitar la recepción de luz en las horas de mayor inclinación del sol. Sólo la cubierta de T II llega hasta el suelo.



"Interacción int. X esp." (diámetro)



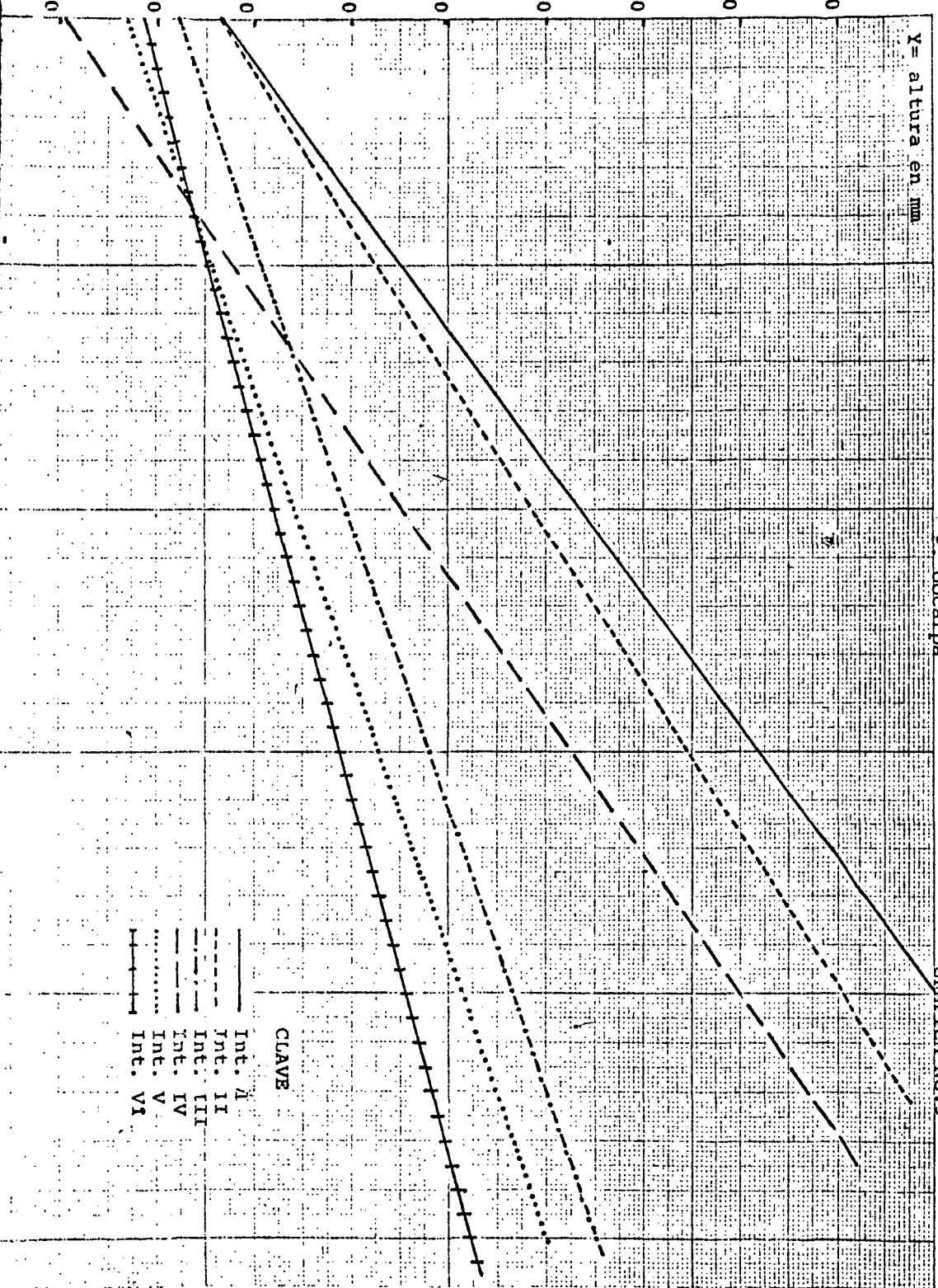
"Interacción int. X esp." (altura)



Y = altura en mm

P. coccarpa

GRAFICA No. 3



CLAVE

- Int. A
- - - Int. II
- · - Int. III
- · · Int. IV
- +— Int. V
- |— Int. VI

y = altura en mm

P. nichoacana

GRAFICA No. 4



CLAVE

- Int. I
- - - Int. II
- · - Int. III
- - - Int. IV
- · · Int. V
- + - Int. VI

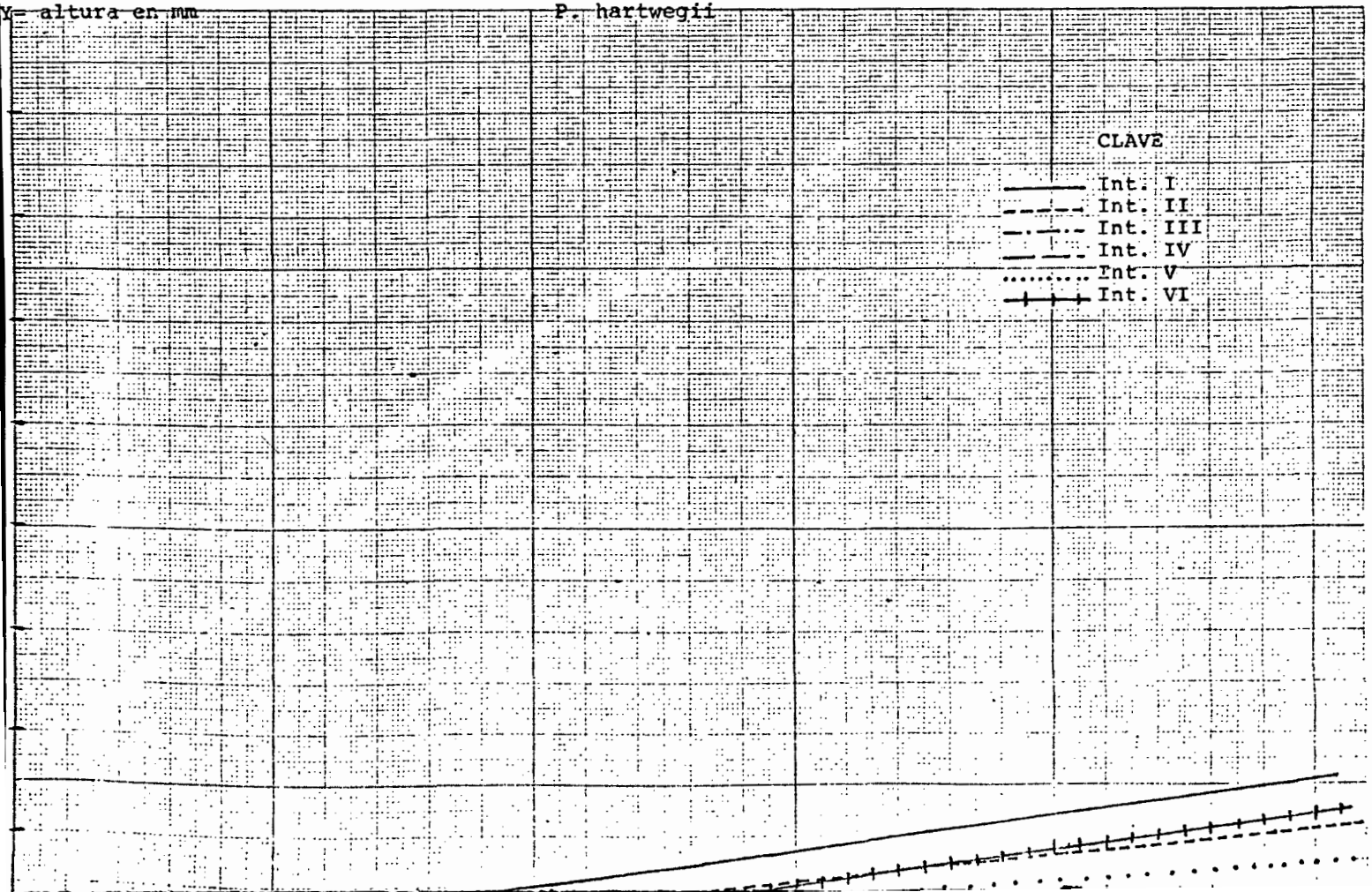
GRAFICA No. 5

Y = altura en mm

P. hartwegii

CLAVE

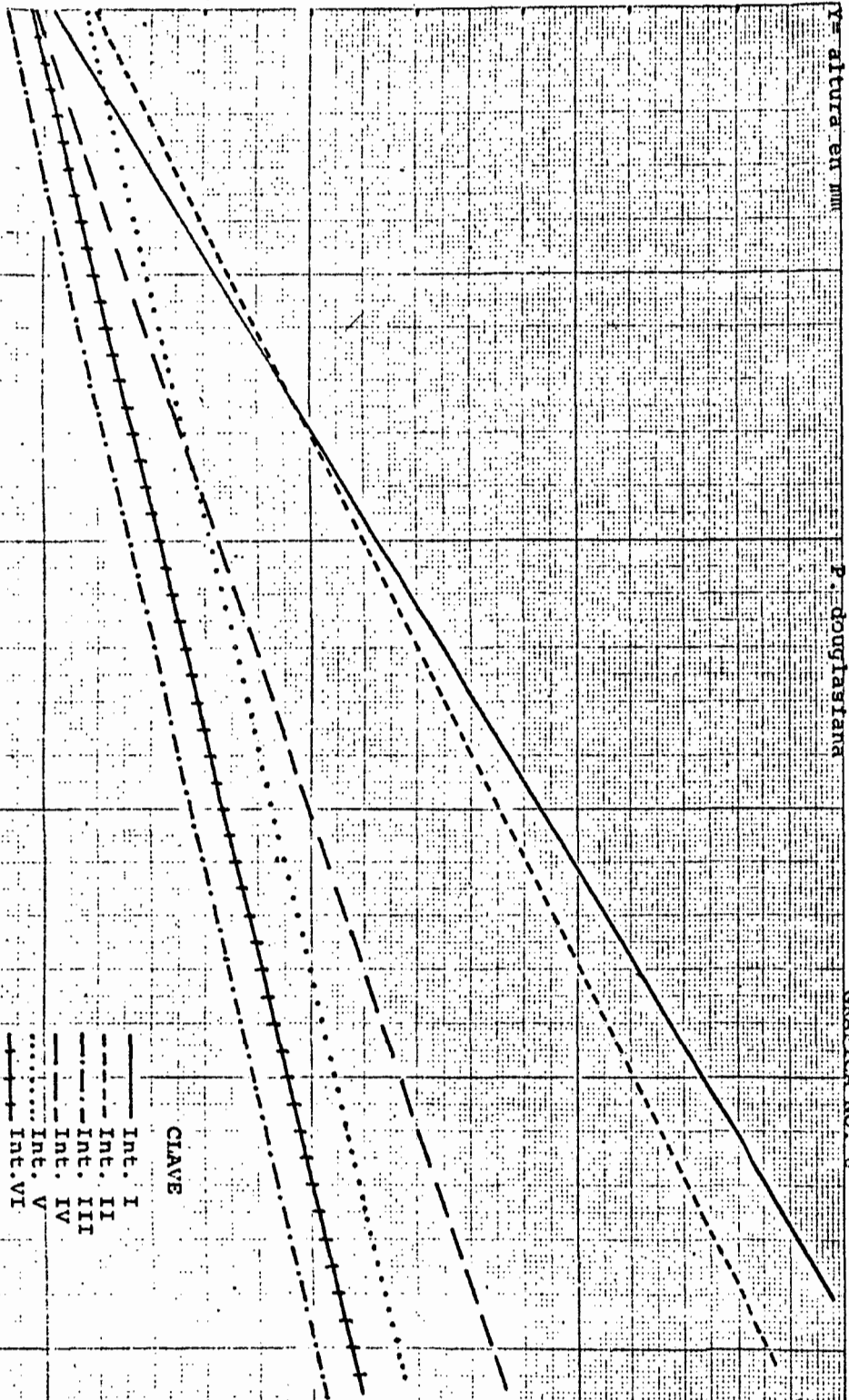
- Int. I
- - - Int. II
- · - · - Int. III
- - - Int. IV
- · · · · Int. V
- + + + Int. VI



Y: altura en mm

P: douglasiana

GRAFICA No. 6



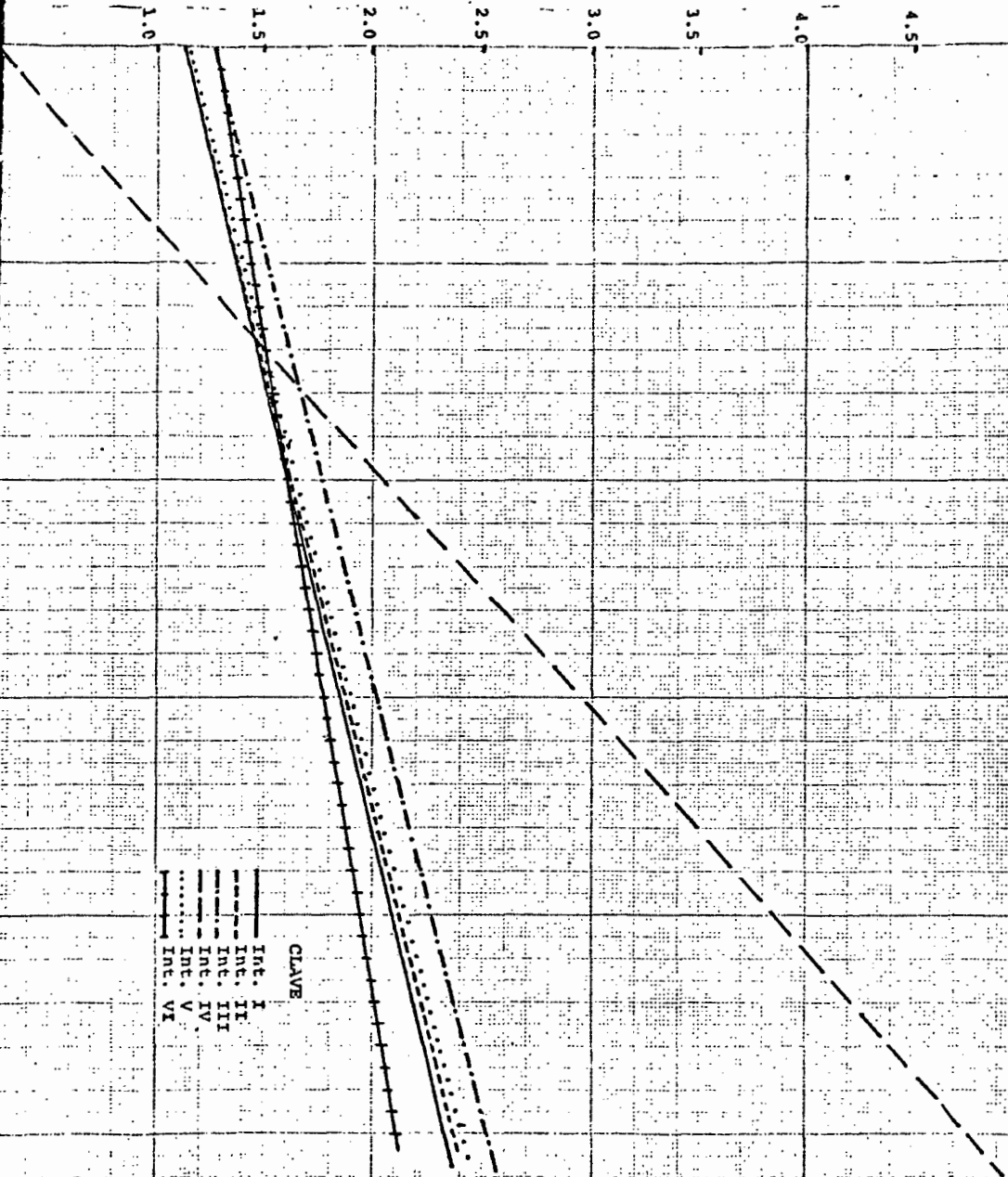
CIABE

- Int. I
- - - Int. II
- · - Int. III
- - - Int. IV
- · · Int. V
- + - Int. VI

Ye. diametro en mm

P. socarpe

GRAFICA No. 7



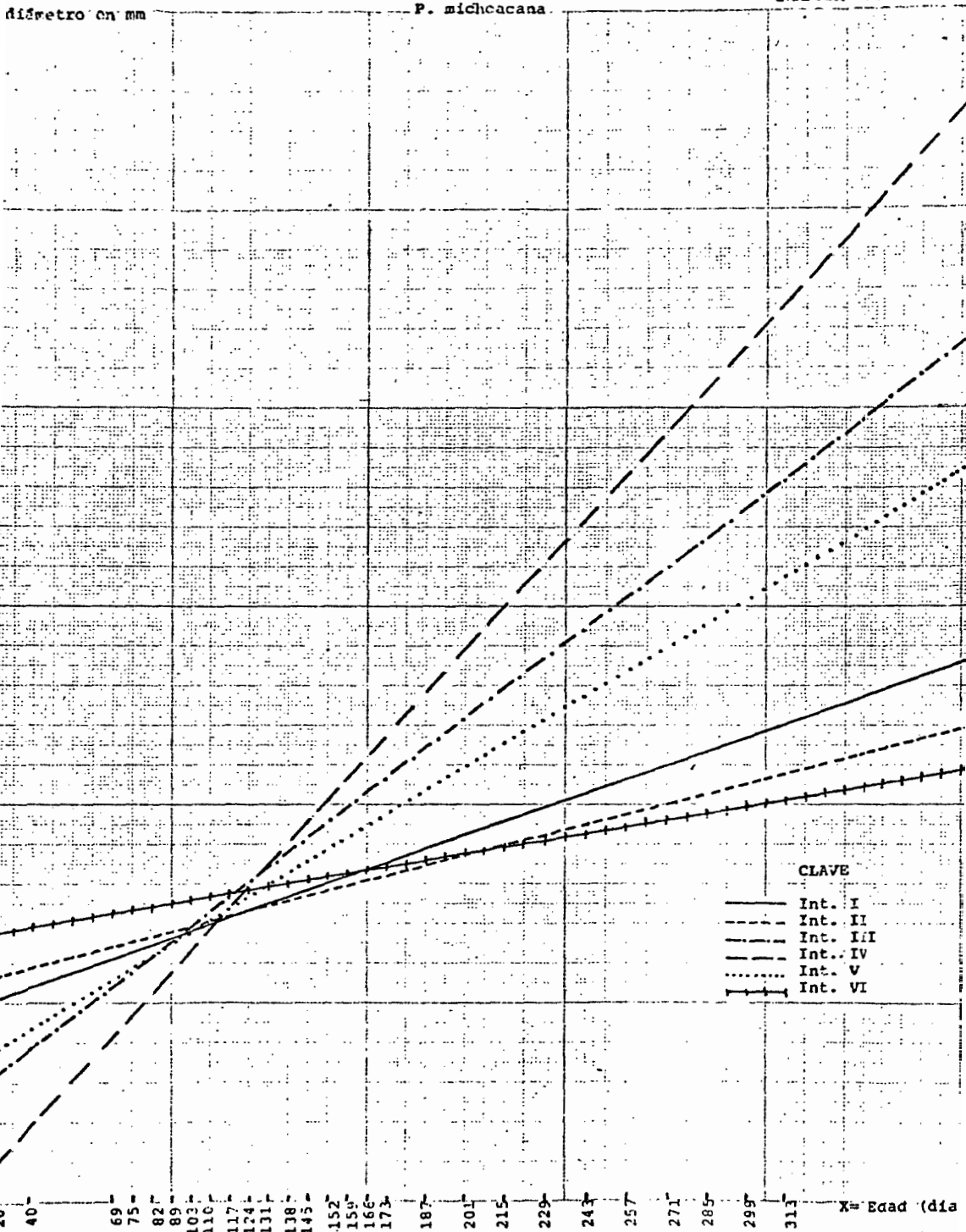
CLAVE

- Int. I
- Int. II
- Int. III
- Int. IV
- Int. V
- Int. VI

difretro en mm

P. michacacana

GRAFICA No. 8

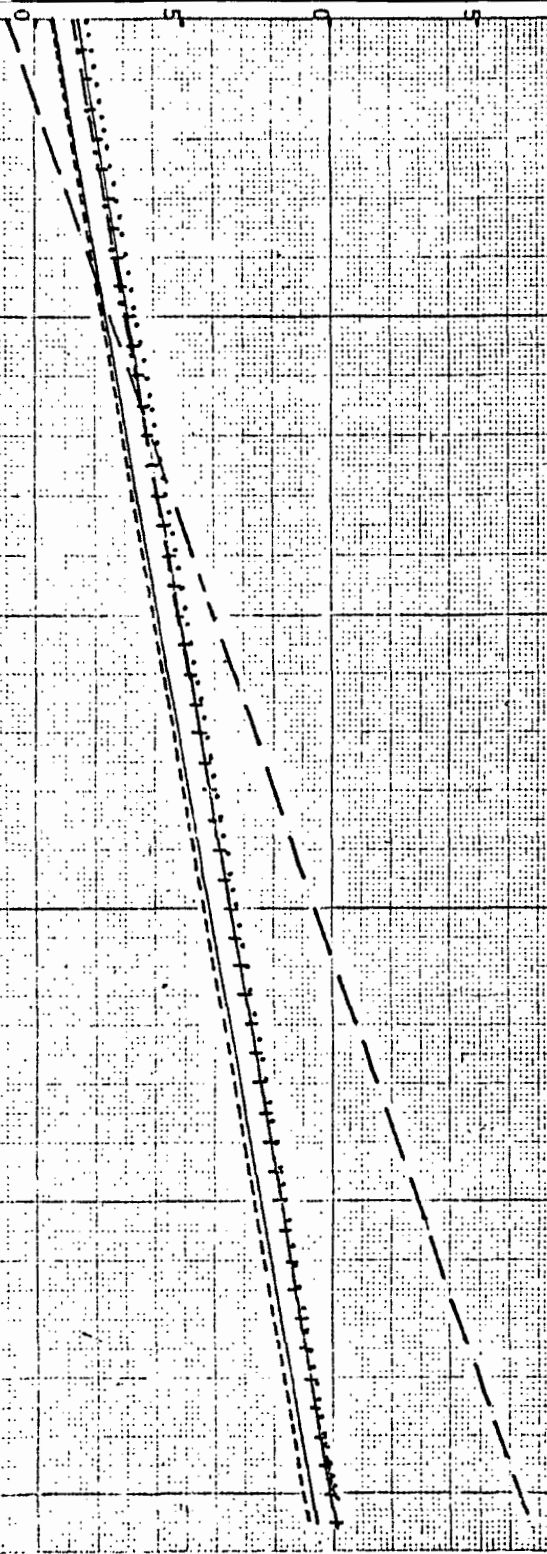


y = diametro en mm

P. hartwegii

CLAVE

- Int. I
- - - Int. II
- Int. III
- - - Int. IV
- Int. V
- |— Int. VI



Y = diámetro en mm

P. douglasiana

GRAFICA No. 10

0.0

0.5

1.0

1.5

2.0

CLAVE

Int. I

Int. II

Int. III

Int. IV

Int. V

Int. VI

